

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-229788

(43)Date of publication of application : 12.09.1990

(51)Int.Cl.

C30B 25/14
H01L 21/205

(21)Application number : 01-049543

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 28.02.1989

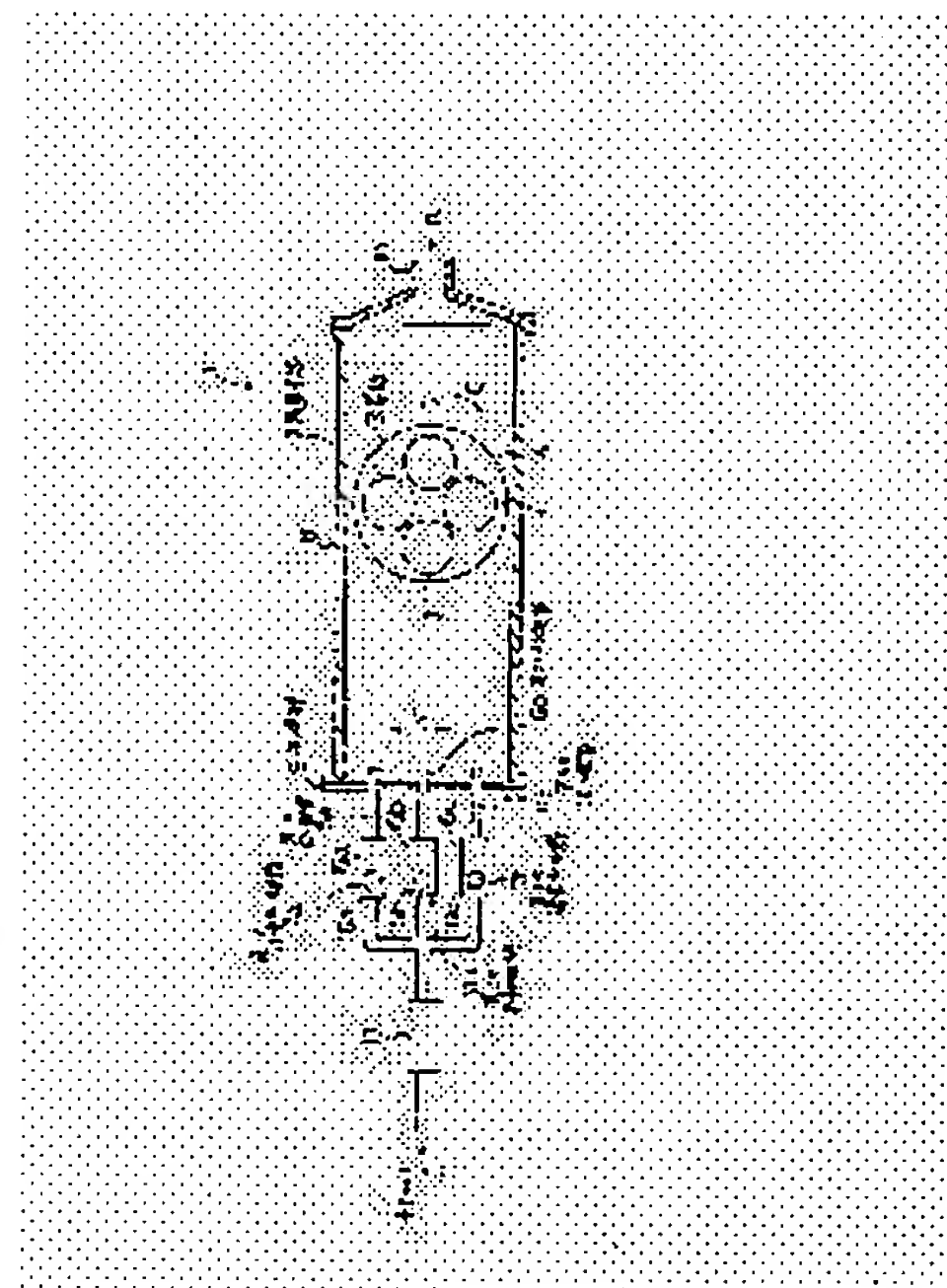
(72)Inventor : TAKASUKA EIRYO
IKEGAMI KAORU

(54) VAPOR PHASE GROWTH DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To make uniform the velocity distribution in the horizontal vapor phase growth device and to form an epitaxial film having a uniform film thickness distribution by disposing plural pieces of injection pipings to the side wall part of the device and providing a mechanism for controlling the flow rate of gaseous raw materials.

CONSTITUTION: Plural pieces of substrates 3 are imposed and mounted on a susceptor 4 and thereafter, the susceptor 4 is rotationally driven in an arrow C direction. The substrate 3 and the susceptor 4 are then heated by a heater. The gaseous raw materials consisting of raw materials, such as SiH_4 and SiCl_4 and carrier, such as H_2 or Ne, are transported from an arrow D direction and the total flow rate is controlled by a flow controller 17. The gaseous raw materials are divided to the plural systems and then introduced from the injection pipings 6a to 6c into the device body 2 to form epitaxial films on the substrates 3. The film thicknesses on the substrates are measured in this case and the velocity distributions of the gaseous raw materials in the device body 2 are made uniform by flow rate controllers 7a to 7c.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)9月12日

C 30 B 25/14
H 01 L 21/2058518-4G
7739-5F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 気相成長装置

⑯ 特 願 平1-49543

⑰ 出 願 平1(1989)2月28日

⑱ 発 明 者 高 須 賀 英 良 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑲ 発 明 者 池 上 薫 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地 住友金属工業株式会社内

⑳ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉑ 代 理 人 弁理士 井内 龍二

日 月 年 田 名

1. 発明の名称

気相成長装置

2. 特許請求の範囲

(1) 装置本体内に配置された基板表面に対して略水平方向から原料ガスを流し、前記基板表面にエピタキシャル膜を形成する気相成長装置であって、

前記原料ガスを前記装置本体内に導入する複数の注入配管が、前記装置本体の側壁部に配設され、

前記注入配管の少なくとも1つ以上に流量制御器が装備されていることを特徴とする気相成長装置。

(2) 装置本体内に配置された基板表面に対して略水平方向から原料ガスを流し、前記基板表面にエピタキシャル膜を形成する気相成長装置であって、

前記原料ガスを前記装置本体内に導入する複数の注入配管が、前記装置本体の側壁部に配設さ

れると共に、前記原料ガスの流量を制御する流量制御機構が設けられ、

該流量制御機構が、前記注入配管と対向状に配設された複数の流速計と、前記注入配管のそれぞれに設けられた複数の流量調整器と、前記流速計の流速を検知して前記流量調整器のそれぞれに適宜動作信号を送信する制御手段とから構成されていることを特徴とする気相成長装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は基板表面にエピタキシャル膜を形成する気相成長装置、特に所謂水平式気相成長装置に関する。

従来の技術

エピタキシャル膜とは、シリコン等の単結晶を基板として、その上にさらに単結晶を気相成長させて形成された薄膜をいい、このエピタキシャル膜の形成は、CCD、BI-CMOS等のICデバイスの製造過程において重要な工程の一つである。

この種エピタキシャル膜の形成には従来から水平式気相成長装置と称される形式の気相成長装置が広範に使用されている。

該水平式気相成長装置は、装置本体内に配置された基板表面に対して略水平方向から原料ガスを流し、前記基板表面にエピタキシャル膜を形成するものである。

このエピタキシャル膜は、製品間で性能のバラツキが生じないように、製品及び製品間同士でその膜厚分布が均一であることが要求される。

ところで、原料ガスを基板表面に対して水平方向から流した場合、薄膜の成長速度を律速する層流中の停滞層の厚さが流れ方向で徐々に大きくなるとともに原料ガスは供給側から出口側に進むにつれて消費されるため、その濃度が徐々に薄くなり、原料ガスの流れ方向に関して膜厚分布の不均一化を招く。

しかし、原料ガスの流れ方向に関しては、前記基板が設置されているサセプタを回転することにより、円周方向における膜厚分布が均一化され

る。したがって、装置本体内の原料ガスの流れ方向に対して直行する方向（以後横方向と記す）における膜の成長速度が均一化されれば、均一な膜厚分布を有するエピタキシャル膜が基板表面に形成されることとなる。すなわち、装置本体内の横方向における膜の成長速度が均一化されれば、前記サセプタの半径方向における膜厚分布も均一化されることとなり、円周方向及び半径方向の両方向において膜厚分布が均一化されるからである。

ところで、前記気相成長装置においては、膜の成長速度は装置本体内を流れる原料ガスの流速の増加とともに増加することが知られている（J. Electrochem. Soc.: SOLID STATE SCIENCE Vol. 117, No. 7, 1970, p. 925～p. 930 参照）。

したがって、装置本体内の横方向における原料ガスの速度が均一化されれば前記膜の成長速度は均一化されることとなる。

しかして、供給側から水平方向に原料ガスを流した場合、第9図に示すように、装置本体51内の速度分布は、管摩擦等の要因により放物線Pを

描くことが一般に知られている。

このように速度分布が放物線Pを描くため、特に大型の気相成長装置において、基板52を載置しているサセプタ60表面の半径方向（矢印Yで示す）の膜厚分布が不均一となる。

そこで、従来から装置本体51内の速度分布を均一化する試みが種々なされている。

例えば、第10図に示すように、複数個の孔54…が形成されたノズル55を原料ガスが搬送される注入配管53の先端に設け、これら孔54…の孔径やその配置、さらにはその形状等を変えることによって、これらの孔54…から吐出される原料ガスの流速を各々変え、装置本体51内の速度分布の均一化を図っていた。

また、第11図に示すように、複数個のスリット58…が形成された流通調整部材59を原料ガスの導入口56が形成されている装置本体51の側壁部57に付設し、これらスリット58…の間隔や形状等を変えることによって、これらのスリット58…から吐出される原料ガスの流速を各々

変え、装置本体51内の速度分布の均一化を図っていた。

発明が解決しようとする課題

上記従来例においては、設計条件の異なる多数のノズル55や多数の流通調整部材59を製作し、これらのノズル55や流通調整部材59のそれぞれについて、装置本体51内の速度分布、すなわち膜の成長速度に関する特性を調べ最適条件を選定する必要がある。

しかし、上記従来例においては、1個の注入配管53から供給される原料ガスの流速を前記ノズル55や前記流通調整部材59でもって変化させて速度分布の制御を行なっているため、1個の孔54の孔径や1個のスリット58の形状等を変えると、その流速変化がその他の孔54…やその他のスリット58…にも影響を及ぼし、速度分布均一化のための調整に多大な時間と経費を要し、生産性が悪いという問題点があった。

また、的確な流速分布を得るためには多量の経験的なデータを必要とし、かつその調整に熟練を

要するという問題点があった。

本発明はこのような問題点に堪みてなされたものであって、比較的簡単な方法で装置本体内の速度分布を均一化し、膜厚分布の均一なエピタキシャル膜を基板表面に形成することができる気相成長装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

上記目的を達成するために本発明に係る気相成長装置は、装置本体内に配置された基板表面に対して略水平方向から原料ガスを流し、前記基板表面にエピタキシャル膜を形成する気相成長装置であって、前記原料ガスを前記装置本体内に導入する複数の注入配管が、前記装置本体の側壁部に配設され、前記注入配管の少なくとも1つ以上に流量制御器が装備されていることを第1の特徴としている。

さらに、本発明に係る気相成長装置は、装置本体内に配置された基板表面に対して略水平方向から原料ガスを流し、前記基板表面にエピタキシャル膜を形成する気相成長装置であって、前記原料

分布が均一となるように前記流量制御器を操作して流量を調整することが可能となる。そして、この操作を適回数繰り返すことによって、装置本体内部における速度分布の均一化が可能となり、均一な膜厚分布を有するエピタキシャル膜を基板表面に形成することができる。

また、上記第2の特徴によれば、流量制御機構が、注入配管と対向状に配設された複数の流速計と、前記注入配管のそれぞれに設けられた複数の流量調整器と、前記流速計の流速を検知して前記流量調整器のそれぞれに適宜動作信号を送信する制御手段とから構成されているので、流速計により計測された流速に応じ前記制御手段を介してそれぞれの流量調整器に適宜動作信号が送られる。そして、原料ガスはこれら流量調整器により所望流量に制御されて装置本体内部に供給される。

したがって、装置本体内部における原料ガスの流速を計測するのみで流量の自動制御を行なうことが可能となり、上述と同様、成長速度の均一化が可能となり、均一な膜厚分布を有するエピタキシ

ガスを前記装置本体内部に導入する複数の注入配管が、前記装置本体の側壁部に配設されると共に、前記原料ガスの流量を制御する流量制御機構が設けられ、該流量制御機構が、前記注入配管と対向状に配設された複数の流速計と、前記注入配管のそれぞれに設けられた複数の流量調整器と、前記流速計の流速を検知して前記流量調整器のそれぞれに適宜動作信号を送信する制御手段とから構成されていることを第2の特徴としている。

作用

上記第1の特徴によれば、複数の注入配管が、前記装置本体の側壁部に配設されているので、原料ガスは複数のそれぞれの注入配管から装置本体内部に供給される。さらに、これらの注入配管の少なくとも1つ以上に流量制御器が装備されているので、他の注入配管に影響を与えることなく流量制御を独立的に行なうことができる。

したがって、まず第1回目の膜を形成した後、任意の方法でその膜厚分布を計測し、この後速度

ャル膜を基板表面に形成することができる。

実施例

以下、本発明に係る気相成長装置の実施例を図面に基づき詳説する。

第1図及び第2図において、1は本発明に係る気相成長装置の一例としての水平式気相成長装置であって、石英製の装置本体2と、複数の基板3…を表面に設置して装着するサセプタ4と、装置本体2の上方に配設されて該装置本体2内部を加熱するヒータ部5と、原料ガス（キャリアガスを含む）を装置本体2内に供給する第1～第3の注入配管6a～6cと、前記原料ガスの流量を制御する第1～第3の流量制御器7a～7cとを主要部として構成されている。

装置本体2は、断面矩形形状の反応管8と、第1～第3の注入配管6a～6cが接続される側壁部9と、未反応の原料ガスを矢印B方向に排気する排気部10とから構成されている。

サセプタ4は、炭化ケイ素を被覆した炭素からなり、平面視円形状に形成されて矢印C方向に回

転可能とされている。11は該サセブタ3の軸受シール部である。

ヒータ部5は、複数個の赤外線ランプ12…と、これら赤外線ランプ12…の熱を反射して装置本体2内部の加熱に寄与する反射板13とを主要部として構成されている。

第1～第3の注入配管6a～6cは、装置本体2の幅方向（矢印Yで示す）に一定間隔を有して側壁部9に接続されている。

第1～第3の流量制御器7a～7cは、流量を計測する流量計15a～15cと、これら流量計15a～15cの上部に設けられた流量調整弁16a～16cとから構成されている。そしてこれら流量制御器7a～7cは、第1～第3の注入配管6a～6cのそれぞれに取り付けられ、これら注入配管6a～6cを通過する原料ガスの流量がそれぞれ独立的に可変可能とされている。

このように構成された気相成長装置においては、以下のようにしてエピタキシャル膜が基板表面に形成される。

まず、第1～第3の流量制御器7a～7cの流量を適当に設定して第1～第3の注入配管6a～6cから原料ガスを装置本体2内に供給し、サセブタ4上の基板3に膜を堆積させる。そして、基板3上に形成された膜の膜厚分布を「線返し反射干渉(MBI)法」等の膜厚測定法で測定する。この場合、サセブタ4は前述の如く回転しているので円周方向の膜厚は均一であるが、原料ガスの速度分布が不均一の場合は半径方向の膜厚が均一とはならず、均一な膜厚分布を有するエピタキシャル膜を形成することができない。そこで、半径方向の膜厚分布を均一化するために装置本体2内の速度分布を均一化する必要がある。

第3図は装置本体2内における原料ガスの速度調整法を示した図であって、横軸は装置本体2の幅方向の距離Yを示し、縦軸は速度vを示している。

サセブタ4には複数個の基板3…が装着されているが、例えばサセブタ4の外周近傍に位置する基板3の膜厚がサセブタ4の中央部近傍に位置す

まず、複数個の基板3…をサセブタ4に載置して装着した後、サセブタ4を矢印C方向に回転駆動させると共に、ヒータ部5の電源を「ON」して基板3…及びサセブタ4を約1000℃に加熱する。そしてこの後、SiH₄、SiCl₄等のシリコン系ガスとH₂、He等のキャリアガスとからなる原料ガスを矢印D方向から搬送する。そしてマスフローコントローラ17によって原料ガスの総流量を制御し、次いで3系統に分割し、第1～第3の注入配管6a～6cから装置本体2内部に原料ガスを供給する。そして、この原料ガスが基板3…の上面に到達すると、ヒータ部5からの熱によって前記シリコン系ガスが分解反応を起こし、シリコンが基板3…に堆積し、エピタキシャル膜を形成する。

しかして、本発明においては、第1～第3の流量制御器7a～7cを操作して装置本体2内の速度分布が均一化できるように構成されている。以下、その速度分布均一化の方法について説明する。

る基板3の膜厚よりも薄い場合においては、第1の注入配管6aからの流速v₁及び第3の注入配管6cからの流速v₃が第2の注入配管6bからの流速v₂に比べて遅いため、速度分布は破線で示すように放物線Qを描いている。したがって、第2の注入配管6bの流量設定はそのままにして、第1及び第3の流量調整弁16a、16cを操作して第1及び第3の注入配管6a、6cの流量（流速）を変化させ、 $v_1 - v_2 = \Delta v_1$ 及び $v_3 - v_2 = \Delta v_3$ だけ第1及び第3の注入配管6a、6cを通過する原料ガスの流速を増加させると、実線Rで示すように、装置本体2内の速度分布が容易に均一化される。そしてこのように均一化された速度分布のもと、気相成長を行なわせるとサセブタ4上の複数個の基板3…すべてに対して均一な成長速度をもって膜が形成され、製品及び製品間同士でバラツキのない均一な膜厚分布を有するエピタキシャル膜が基板3…表面に形成される。

第4図は速度分布を均一化させるための流量制

調整弁7a～7cの最適変化量が、不明の場合における速度調整法を示した図であり、第3図と同様、横軸は装置本体2の幅方向の距離Yを示し、縦軸は速度vを示している。

まず前述と同様、第1回目の膜形成を行ない、膜厚測定の結果、速度分布が破線のような曲線Sを描いている場合、第2の注入配管6bの管内流速はそのままにしておいて、第1及び第3の流量調整弁16a、16cを操作し第1及び第3の注入配管の流速をそれぞれ v_1 、 v_3 に設定して第2回目の膜形成を行なう。そして、この膜厚分布を計測した結果、サセプタ4の外周近傍に位置する基板3の膜厚がサセプタ4の中央部近傍に位置する基板3の膜厚よりも厚い場合は、反応管8の管壁近傍の流速が中央部近傍の流速に比べ速いため、一点鎖線で示す如く、速度分布は曲線Tを描く。次に、再び第1及び第3の流量調整弁16a、16cを操作して前記流速 v_1 、 v_3 と第1回目に設定した流速 v_1 、 v_3 との間の値にそれぞれ設定して再度膜形成を行なう。この過程を複数回

一化が図れる。

尚、上記実施例において、第1～第3の流量制御器7a～7cが第1～第3の注入配管6a～6cのそれぞれに設けられ、いずれも独立可変とされているが、少なくとも1つ以上の流量制御器がいずれかの注入配管に設けられていれば原料ガスの流量制御は可能である。例えば第2の注入配管6bには流量制御器を設けず、第1及び第3の注入配管6a、6cにのみ流量制御器7a、7cを設け、これらの流量制御器7a、7cにより原料ガスの流量を独立的に制御しても一定範囲内でその流量を制御することが可能であり、速度分布の均一化を図り得る。また、注入配管が2個で足りる小型の装置本体2の場合は、一方の注入配管のみに流量制御器を備え付け、該流量制御器のみで原料ガスの流量を制御しても装置本体2内の速度分布は均一化され得る。

さらに、上記実施例では流量制御器は、流量計と流量調整弁で構成されているが、可変オリフィス等により注入配管の配管抵抗が可変となるよう

繰り返すことによって、最終的に実線で示す如く所望流速 v に収束され、装置本体2内の速度分布が均一化される。そして上述と同様、このように均一な速度分布においては、サセプタ4上の複数個の基板3…すべてに対して均一な成長速度をもって膜が形成され、均一な膜厚分布を有するエピタキシャル膜が形成される。

第5図は速度分布が均一化された状態を示す装置本体2内の速度分布図である。このように流量制御器7a～7cを介して注入配管6a～6cからの流速を制御することにより装置本体2内の速度分布を容易に均一化することができる。

上述の如く、この実施例では3個の注入配管6a～6cを設け、これら注入配管6a～6cのそれぞれに流量制御器7a～7cが装備されているので、個々の注入配管6a～6cの流量を独立して変化させることができ、一方の流量制御器、例えば第1の流量制御器7aを変化させても他方の流量制御器、例えば第2の流量制御器7bの流量に影響を与えることがなく、容易に速度分布の均

に前記流量制御器を構成してもよく、流量計や流量調整弁に代えて圧力計や圧力調整弁で流量制御器を構成してもよい。また、流量制御器を流量測定器を含めて構成し、注入配管の流量をフィードバック可能となるように構成してもよい。また、これらの場合においても、少なくとも1つ以上の注入配管に流量制御器が備え付けられていればよいことはいうまでもない。

第6図は第2の実施例を示した平面断面図であり、第7図は第6図のA-A断面図を示したものである。この第2の実施例は、装置本体2内の速度分布を均一化する手段として、流量制御機構22が設けられている。

該流量制御機構22は、具体的には、装置本体2内における原料ガスの流量を計測する第1～第3の流速計19a～19cと、注入配管6a～6c内における原料ガスの流量を所望流量に調整する第1～第3の流量調整器20a～20cと、前記流速計19a～19cの流速を検知して前記流量調整器20a～20cのそれぞれに適宜動作信

号を送信する制御手段21とから構成されている。

第1～第3の流速計19a～19cは、流速検知部23a～23cが第1～第3の注入配管6a～6cと対向状になるように、サセプタ4近傍に配設されている。尚、これら流速計19a～19cがサセプタ4近傍に配設されたのは、膜形成に関与する流速に対してできるだけ近い流速を計測するためであるのはいうまでもない。

また、第1～第3の流量調整器20a～20cは、第1～第3の注入配管6a～6cのそれぞれに備えつけられ、第1～第3の注入配管6a～6cの流量がそれぞれ独立的に可変可能とされている。

しかして、第1～第3の注入配管6a～6cから装置本体2内に供給された原料ガスは、第1～第3の流速計19a～19cによってその流速が計測され、この流速は電圧信号に変換されて制御手段21に送信される。該制御手段21においては、予め所望の装置本体2内における所望の流速

値が電圧信号 V_0 として設定されており、この電圧信号 V_0 と流速計19a～19cからの電圧信号 V_1 ～ V_3 とを前記制御手段21で比較する。そして、該制御手段21は、これらの差、 $V_0 \pm V_1$ 、 $V_0 \pm V_2$ 、 $V_0 \pm V_3$ を動作信号として第1～第3の流量調整器20a～20cにそれぞれ送信する。この後この動作信号を受信した流量調整器20a～20cが作動してこれら注入配管6a～6cにおける原料ガスの流量を所望流量に設定し、装置本体2内の原料ガスの流速が均一化される。ここで、流量制御器の入力電圧 V と原料ガスの流量 F との関係は、第8図に示すように、比例関係にあり、電圧値から容易に所望流量、すなわち所望流速が設定され、装置本体2内、特にサセプタ4近傍の速度分布を均一にすることができる。

そして、このように均一化された速度分布のもとにおいて、基板上に気相成長させると、上記第1の実施例と同様、膜厚分布の均一なエピタキシャル膜を形成することができる。しかも、この実

施例においては、前記流量制御機構22により原料ガスの流量が制御されているので、流量制御の自動化が可能となり、生産性等において極めて好都合なものとなる。

このように本発明に係る気相成長装置においては、従来のようなノズル55や流速調整部材59（第10図及び第11図参照）による調整を排して前記流量制御器又は前記流量制御機構により流量を制御することにより、速度分布の均一化がなされたので、その調整に長時間を要したり、調整に熟練を要することもなく比較的容易に速度分布の均一化を図ることができ、所期の目的を達成することができた。

尚、本発明は上記実施例に限定されるものではなく要旨を逸脱しない範囲において変更可能なことはいうまでもない。また、装置本体の大型化に対応すべく注入配管を4個以上設けた場合についても同様に対応できることはいうまでもない。

発明の効果

以上詳述したように本発明に係る気相成長装置

は、原料ガスを装置本体内に導入する複数の注入配管が、前記装置本体の側壁部に配設され、前記注入配管の少なくとも1つ以上に流量制御器が装備されているので、注入配管を通過する原料ガスの流量を注入配管毎に独立的に制御することができる。したがって、装置本体内における速度分布の均一化を容易に図ることができ、サセプタに載置された基板上には均一なエピタキシャル膜を形成することができる。

さらに、前記注入配管と対向状に配設された複数の流速計と、前記注入配管のそれぞれに設けられた複数の流量調整器と、前記流速計の流速を検知して前記流量調整器のそれぞれに適宜動作信号を送信する制御手段とからなる流量制御機構を設けることにより、速度分布の均一化を自動的に行うことが可能となる。

このように本発明に係る気相成長装置によれば、装置本体内における原料ガスの流速を均一化するための調整に長時間を要したり、その調整に熟練を要することもなく、比較的容易かつ効率よ

く均一な速度分布を得ることができる。したがって、基板上には均一な膜厚分布を有するエピタキシャル膜が形成されると共に、エピタキシャル膜形成工程の時間が短縮され、延てはCCD等ICデバイスの生産性向上に寄与するという顕著な効果がある。

4. 図面の簡単な説明

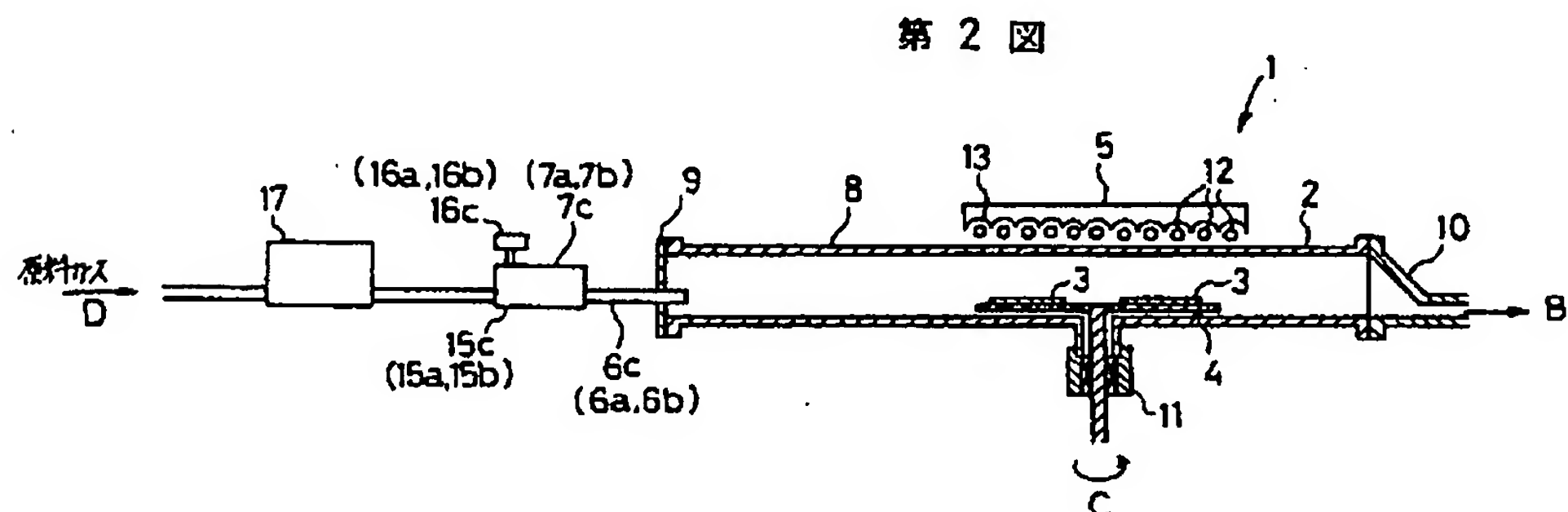
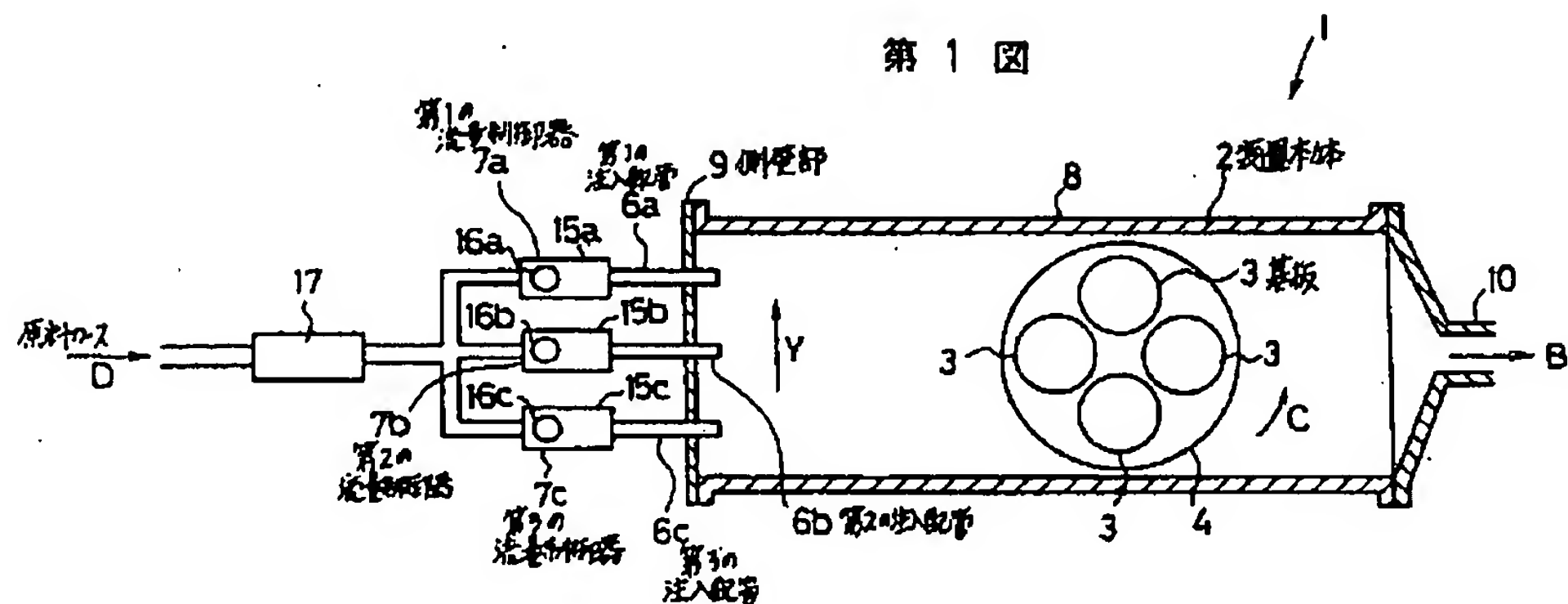
第1図は本発明の一実施例を示す平面断面図、第2図は第1図の正面断面図、第3図及び第4図は装置本体内の速度調整法を説明するための説明図、第5図は装置本体内の速度分布を示す速度分布図、第6図は本発明の第2の実施例を示す平面断面図、第7図は第6図のA-A断面図、第8図は流量調整器の入力電圧と原料ガスの流量との関係を示す特性図、第9図は一般的な装置本体内の速度分布を示す速度分布図、第10図及び第11図は従来例の気相成長装置を示す平面断面図である。

2…装置本体、3…基板、6a…第1の注入配管、6b…第2の注入配管、6c…第3の注入配

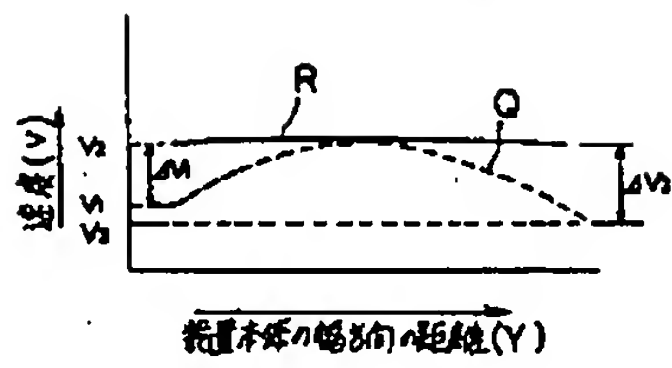
管、7a…第1の流量制御器、7b…第2の流量制御器、7c…第3の流量制御器、9…側壁部、19a…第1の流速計、19b…第2の流速計、19c…第3の流速計、20a…流量調整器、20b…流量調整器、20c…流量調整器、21…制御手段、22…流量制御機構。

特許出願人：住友金属工業株式会社

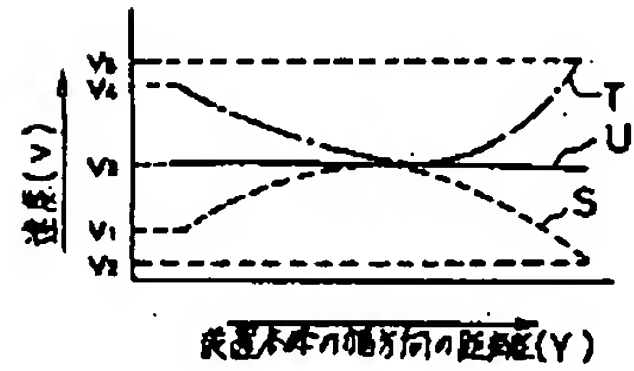
代理人：弁理士 井内 龍二



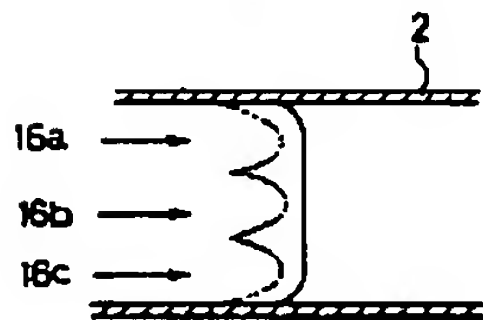
第 3 図



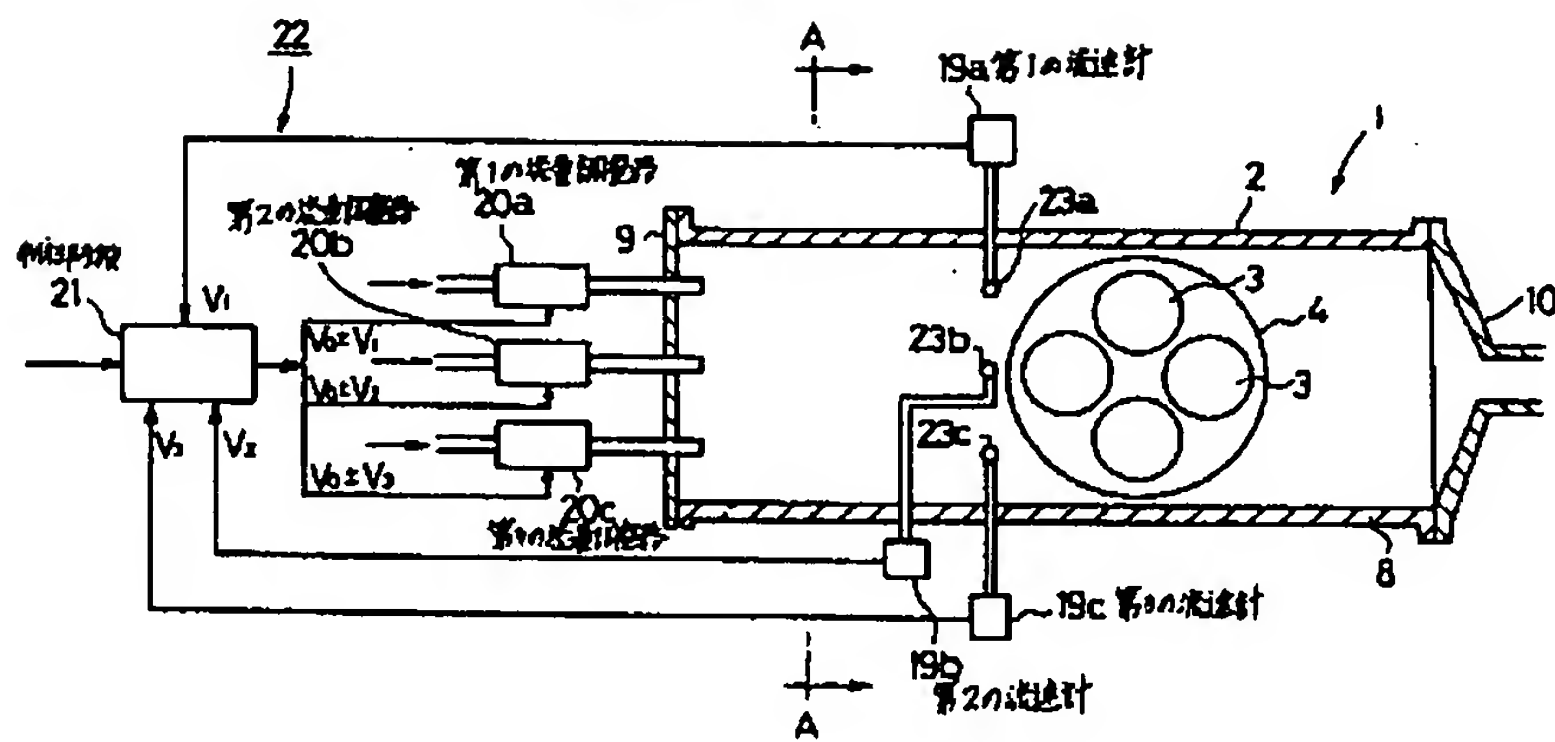
第 4 図



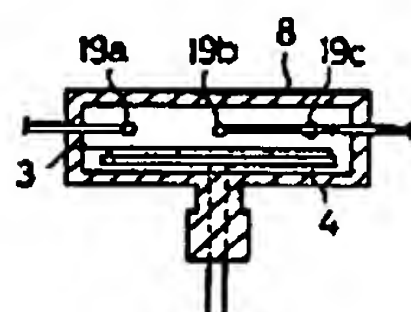
第 5 図



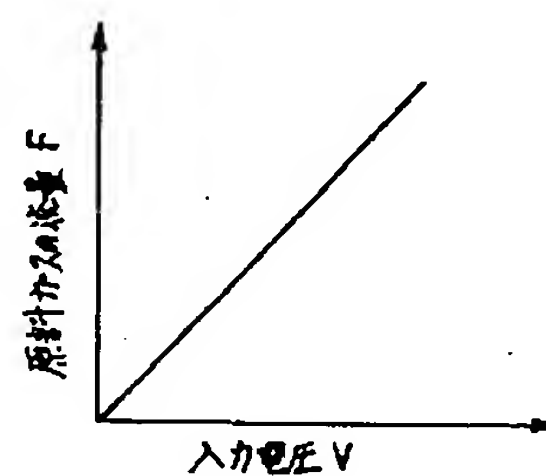
第 6 図



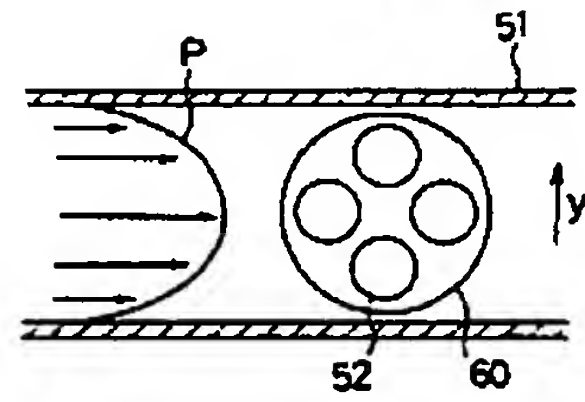
第 7 図



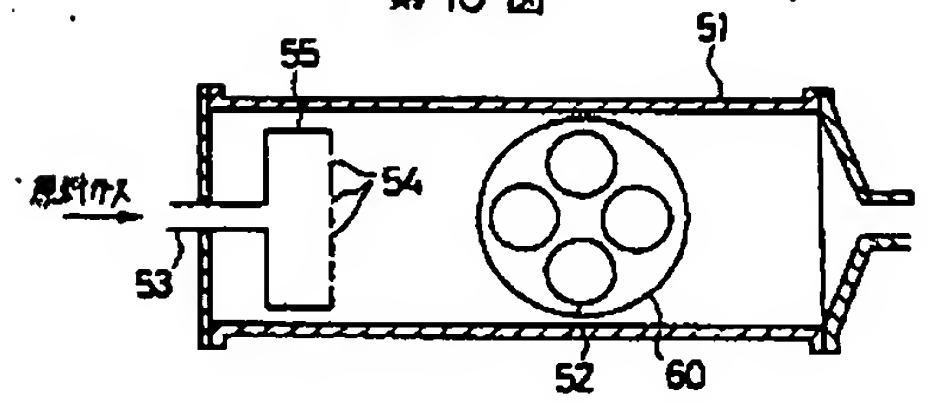
第 8 図



第 9 図



第 10 図



第 11 図

